

## CONCEPTOS DE ISOTROPÍA Y DE ANISOTROPÍA, TAMBIÉN DE TEXTURA.

### Anisotropía

Un material es anisótropo cuando sus propiedades dependen de la orientación según la cual se hace la medición de ellas.

Tomemos el ejemplo de un cristal CCC y de sus direcciones [100] y [110]. Nótese que el ordenamiento atómico a lo largo de estas direcciones es muy diferente. Por ello, si medimos el módulo elástico  $E$  según una dirección [100], se obtiene un valor muy distinto de aquel que se obtiene según una dirección [110]. Y esto ocurre con cualquier propiedad que consideremos, tal como resistividad eléctrica, susceptibilidad magnética, coeficiente de dilatación lineal, etc. Tal diferente comportamiento también se da para los planos cristalinos; por ejemplo, sólo los planos {111} son planos de deslizamiento en un cristal metálico CCC.

Así, los monocristales son esencialmente anisótropos.

### Texturas no cristalinas

En materiales como la madera o bien un material compuesto formado por una resina reforzada con fibras de vidrio alineadas, se tendrán propiedades muy diferentes según si se mide a lo largo de las fibras o bien en otra dirección. Ahí hay una forma de anisotropía que se debe a textura por fibras.

### Isotropía

Un material es isótropo cuando sus propiedades no dependen de la dirección según la cual ellas son

medidas. Es decir, cuando una propiedad tiene el mismo valor independiente de la dirección según la cual se hace la medida.

Los materiales amorfos (o no cristalinos) son estrictamente isótropos. Ello se debe a que no presentan direcciones que difieran entre sí en su tipo de orden atómico lineal, por no haber orden cristalino.

### Isotropía por compensación en policristales

Frecuentemente en ingeniería, particularmente para aplicaciones estructurales, se emplean policristales. En ocasiones, los policristales formados por muchos granos (granos que son monocristales anisótropos), pueden ser considerados, en promedio, como isótropos, según se verá.

Particularmente cuando la estructura de un policristal está recocida, se pueden tener granos con las siguientes tres características de estos:

*Finos:* el tamaño de grano es suficientemente pequeño como para que, en la sección considerada haya muchos granos.

*De forma equiaxial:* en el material no hay direcciones preferenciales al mirar los granos, por ejemplo, en un microscopio óptico.

*Con orientaciones cristalinas al azar:* por ejemplo, en un policristal de cobre, de estructura CCC, los ejes OX-OY-OZ de distintos granos, ejes correspondientes a las aristas de las celdas cristalinas respectivas, están orientados al azar.

Consideremos un policristal para el cual se cumplen las tres condiciones anteriores. Ahora midamos alguna propiedad según dos direcciones diferentes del policristal, bajo la

condición de que tales direcciones consideren muchos granos a lo largo y que ellas no sean cristalográficamente equivalentes. Entonces, las medidas demódulo de Young, por ejemplo, corresponderán a un promedio sobre muchos granos en cada caso, dando un valor resultante, un promedio, que será el mismo según las dos direcciones del material. Así se tendrá isotropía por compensación.

#### Anisotropía por textura, en policristales

Cuando un monocristal es sometido, por ejemplo, a un esfuerzo de tracción o de compresión que genere deformación plástica por deslizamiento, su estructura cristalina se reorienta respecto del eje del esfuerzo, buscando ciertas orientaciones determinadas, ya no al azar. Cabe recordar el caso de la probeta monocristalina de Zn, apropiadamente orientada y sometida a tracción vista en clase. Esa muestra, presenta deslizamiento, pero, además, rota en relación con la máquina de tracción; esto es, se orienta preferencialmente.

Nótese que cada grano de un policristal es también un monocristal, de modo que cada grano de un policristal también se reorientará. En consecuencia, cuando un policristal de granos orientados inicialmente al azar es deformado plásticamente, con la deformación plástica los granos tenderán a orientarse de una cierta manera. De modo que la estructura cristalina final no será al azar. Por otra parte, la forma externa de los granos también se verá afectada por la deformación en frío: en particular, un grano inicialmente equiaxial, deformado por deformación plástica, quedará alargado en el sentido de la laminación y más plano en el plano de laminación.

Por lo anterior, un material policristalino que inicialmente cumpla

las tres condiciones anteriores, y que, por ende, fuese isótropo por compensación, al deformarlo plásticamente en frío adquirirá una textura por dos factores:

- las estructuras cristalinas tendrán orientaciones preferenciales, ya no al azar; esto se puede determinar por difracción de rayos X.
- la forma de los granos quedará alargada según el eje de deformación (forma no equiaxial); esto se puede determinar por microscopía óptica.

Por los dos factores anteriores de textura, el material deformado plásticamente en frío será anisótropo.

Hay muchas aplicaciones en que interesa la isotropía. Por ejemplo, para obtener productos adecuados por embutido profundo, proceso empleado para hacer ollas, vainillas, etc, a partir de planchas, se requiere que las planchas presentes similares propiedades mecánicas a lo largo y a lo ancho de la plancha. Una forma de controlar la isotropía en planchas, es realizando ensayos mecánicos, empleando probetas cortadas a 0°, 45° y 90° con el eje de laminación.

#### Homogeneidad

Otra propiedad relevante de un material es su homogeneidad o heterogeneidad. Un material es homogéneo cuando el valor de una propiedad es el mismo independientemente del lugar donde se hace la medida. Nótese que un material puede ser homogéneo y anisótropo; por ejemplo, es el caso de una buena madera. Lo contrario a homogéneo es heterogéneo.

En cursos de Mecánica de Sólidos, como uno de Resistencia de Materiales, frecuentemente se supone que los materiales son isótropos (por compensación) y homogéneos.